



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

**“TIEMPO DE CONTACTO Y pH DE LA CÁSCARA
DE GRANADILLA EN LA BIOSORCIÓN DE ZINC
EN AGUAS DEL RÍO GRANDE – QUIRUVILCA”**

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Autor:

Br. Gerardo Lenin Salas Horna

Asesor:

Ing. Wilberto Effio Quezada

Trujillo - Perú

2018

Tabla de contenidos

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	36
CAPÍTULO III. RESULTADOS	43
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	52
REFERENCIAS	55
ANEXOS	59

RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito, evaluar la influencia del tiempo de contacto y el pH para la biosorción de zinc en el río Grande – Quiruvilca, iniciando la investigación en una concentración inicial de 238,48 mg/L de zinc; para ello se utilizó tratamiento usando cáscaras de granadilla (*Passiflora ligularis* L.), que por su característica adsorben altas concentraciones de contaminantes. El diseño que se adaptó en la investigación fue factorial, la muestra fue de 4 litros de agua contaminada, distribuida en vasos de precipitación de 250 mL cada una a diferentes pH de 6, 8 y 10; en tiempos de 4, 8, 12, 16, 20 y 24 minutos. Las muestras de agua contaminada con zinc fueron analizadas en el laboratorio de análisis instrumental de la carrera de Ingeniería Ambiental en la Universidad Privada del Norte, para lo que se utilizó el equipo el espectrofotómetro de absorción atómica tipo llama; el método de procesamiento de análisis de datos fue el ANOVA, para determinar el efecto de la relación entre variables independientes en la dependiente. Finalmente se afirmó la hipótesis que el pH y el tiempo influyen en la adsorción de Zinc; mostrando la relación óptima a un pH de 10 en un tiempo de 24 minutos con una adsorción de 0,09 mg/L de zinc con un 99.96%. Los datos de equilibrio se ajustan mejor a la isoterma de Langmuir con una adsorción máximo de 93.4579 mg/g de zinc además la cinética del proceso de biosorción de Zn se adecúa a un modelo de pseudo segundo orden.

Palabras Claves: Biosorción, Isoterma, metal zinc.

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the influence of contact time and pH for biosorption of zinc in the Rio Grande - Quiruvilca, initiating the investigation in an initial concentration of 238.48 mg / L of zinc; for this treatment was used using granadilla peel (*Passiflora ligularis* L.), which due to its characteristic adsorb high concentrations of contaminants. The design that was adapted in the investigation was factorial, the sample was 4 liters of contaminated water, distributed in precipitation glasses of 250 mL each one at different pH of 6, 8 and 10; in times of 4, 8, 12, 16, 20 and 24 minutes. Samples of water contaminated with zinc were analyzed in the instrumental analysis laboratory of the Environmental Engineering career at the Universidad Privada del Norte, for which the flame-type atomic absorption spectrophotometer was used; the data analysis processing method was the ANOVA, to determine the effect of the relationship between independent variables in the dependent one. Finally, the hypothesis that pH and time influence Zinc adsorption was affirmed; showing the optimum ratio at a pH of 10 in a time of 24 minutes with an adsorption of 0.09 mg / L of zinc with 99.96%. The equilibrium data are better adjusted to the Langmuir isotherm with a maximum adsorption of 93.4579 mg / g of zinc, and the kinetics of the Zn biosorption process is adapted to a pseudo-second order model.

Key Words: Biosorption, Isotherm, zinc metal.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Ahluwalia, S. S., & Goyal, D. (2007). Microbial and plant derived biomass for removal of heavy metals from wastewater. *Bioresource Technology*, 98, 2243–2257.
- Allen, S. J., & Brown, P. A. (1995). Isotherm analyses for single componet and multicomponent metal sorption onto lignite. *Journal chemical technology and biotechnology*, 62, 17-24.
- Autoridad Nacional del Agua. (31 de junio del 2008). Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (D.S.N° 002-2008). Recuperado de <http://www.ana.gob.pe/normatividad/rj-no-010-2016-ana-0>
- Andrade, E. M., & Ponce, W. D.(2016). *Determinación de los niveles de metales pesados en la microcuenca del río Carrizal del Cantón Bolívar, provincia de Manabí*. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Ecuador.
- Arshad, M., Zafar, M.N., Younis, S., & Nadeem, R. (2008). The use of Neem biomass for the biosorption of zinc from aqueous solutions. *Journal Of Hazardous Materials*, 157, 534-540.
- Axtell, N. R., Sternberg, S.P.K., & Claussen, K. (2003). Lead and nickel removal using *microspora* and *lemna minor*. *Bioresource Technology*, 89, 41–48.
- Bhowmik, D., Chiranjib., & Kumar, K.P., (2010). A potential medicinal importance of zinc in human health and chronic disease. *Int. J. Pharm. Biomed. Sci.* 1, 5–11.
- Branco, S.M. (Ed.). (1984). Limnología Sanitaria, Estudio de la polución de aguas continentales. Sao Paulo, Brasil: Editorial OEA.
- Carolín, C. F., Kumar, P. S., Saravanan, A., Joshiba, G. J., & Naushad, M. (2017). Efficient techniques for the removal of toxic heavy metals from aquatic environment: a review, *Journal Environmental Chemical Engineering*, 5, 2782-2799.
- Castro, C. (1998). *Estudios de remoción da Cadmio y Plomo de aguas residuales industriales por adsorción empleando arcilla* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.
- Chacin, J., Marin, M., & D'Addosio, R. (2010). Evaluación del contenido de pectina en diferentes genotipos de guayaba de la zona sur del lago de Maracaibo. *Multiciencias*, 10, 7-12.
- Chang, A.C., Hinesly, T.D., & Bates T. E.(1987). Effects of long-term sludge application on accumulation of trace elements by crops. *Lewis Publishers Inc.*, 53-66.
- Silva,N.C., Benites, E.A., & Morales, J.C. (2008). *Extracción y caracterización de pectinas obtenidas a partir de frutos de la biodiversidad peruana*. *Ingeniería Industrial*, 26, 175 – 199.
- Chen, J. P., & Lin, M. (2001). Equilibrium and kinetic of metal on ion adsorption onto a commercial h-type granular activated carbon: experimental and modeling studies. *El Servier*, 35, 2385-2394.
- Cheung, C.W., Porter, J.F., & McKay, G. (2000). Elovich equation and modified second-order equation for sorption of cadmium ions onto bone char. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 75, 963-970.

- Cole, R.H., Frederick, R.E., Healy, R.P., & Rolan, R.G. (1984). Preliminary conclusions of the Priority Pollution Monitoring Project of the National Urban Runoff Program. *Federation of Water Pollution Control*, 56, 898 – 908.
- Cooney, D.O., (1998). *Adsorption design for wastewater treatment*. Washington, D.C, USA: Lewis Publishers.
- Corapcioglu, M. O., & Huang, C. P. (1987). The adsorption of heavy metals onto hydrous activated carbon. *Water Res*, 9, 1031-1044.
- Devia, J.E. (2003). Proceso para producir pectina cítrica. *Universidad EAFIT*, 39, 21 - 29.
- Dhankhar, R., & Hooda, A. (2011). Fungal biosorption – an alternative to meet the challenges of heavy metal pollution in aqueous solutions. *Environmental technology*, 32, 467-497.
- Driss, S.B. (2010). *Aprovechamiento de hueso de aceituna biosorción de iones metálicos* (Tesis doctoral). Universidad de Granada, España.
- EPA. (1980). *Exposure and risk assessment for zinc*. Washington, D.C, U.S: Environmental Protection Agency.
- Farooq, U., Kozinski, J., Khan, M., & Athar, M. (2010). Biosorption of heavy metal ions using wheat based biosorbents – A review of the recent literature. *Bioresource Technology*, 101, 5043-5053.
- Febrianto, J., Kosasih, A.N., Ju, Y.H., Sunarso, J., Indraswati, N., & Ismandji, S., (2009). Equilibrium and kinetic studies in adsorption of heavy metals using biosorbent: a summary of recent studies. *Journal of Hazardous Materials*. 162, 616–645.
- Fomina, M., & Gadd, G.M. (2014). Biosorption: current perspectives on concept, definition and application, *Bioresource Technology*, 160, 3–14.
- Fosmire, G.J., (1990). Zinc toxicity. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 51, 225–227.
- Gadd, G.M. (2009). Biosorption: critical review of scientific rationale, environmental importance and significance for pollution treatment. *Journal Environmental Chemical Engineering*, 84, 13–28.
- Gamboa, B. (2009). *Aprovechamiento de los residuos obtenidos del proceso de despulpado del mango (Mangifera Indica L.) de las variedades Smith, Tommy Atkins, Haden y Bocado como materias primas para la obtención de pectinas* (Tesis de posgrado). Universidad del Oriente Núcleo de Anzoátegui, Venezuela.
- Giles, C.H., Smith, D., & Huitson, A. (1974). A general treatment and classification of the solute adsorption isotherm: I. Theoretical. *Journal of Colloid and Interface Science*, 47, 755-765.
- Gutiérrez, V.G. (1984). *Manual práctico de botánica taxonómica*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Ho, Y.S. & McKay, G. (1999). Pseudosecond order model for sorption processes. *Process Biochemistry*, 34, 451-465.

- Huaman, J. (2010). *Evaluación de ampliación de explotación zona norte Quiruvilca*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
- Iqbal, M. & Edyvean, R. G. J., (2004). Biosorption of lead, copper and zinc ions on loofa sponge immobilized biomass of *Phanerochaete chrysosporium*. *Mineral engineering*, 17, 217–223.
- Izquierdo, J. F., Cunill, F., Tejero, J., Iborra, M., & Fité, C. (2004). *Cinética de las reacciones químicas*. Barcelona, España: Universidad de Barcelona.
- King, P., Rakesh, N., Lahari, S., Kumar, Y., & Prasad, V. (2008). Biosorption of zinc onto *Syzygium cumini* L.: Equilibrium and kinetic studies. *Chemical Engineering Journal*, 144, 181-187.
- Kumar, Y., King, P., & Prasad, V.S.K.R, (2006). Zinc biosorption on *Tectona grandis* L.f. leaves biomass: Equilibrium and kinetic studies. *Chemical Engineering Journal*, 124, 63-70.
- Kuramoto, J. (2001). La minería artesanal e informal en el Perú. Lima: Mining, Minerals and Sustainable Development.
- I. Langmuir, (1918) The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum, *Journal am Chemical Societ*, 40, 1361–1403.
- Lazo, J. C., Navarro, A. E., Sun-Kou, M. R., & Llanos, B. P. (2008). Síntesis y caracterización de arcillas organofílicas y su aplicación como adsorbentes del fenol. *Soiedad Química Perú*, 3-19.
- Leal F. (1990). *Fruits of Tropical and Subtropical Origin: Composition, Properties, Uses*. Florida, USA: Florida Science Source.
- Lee, M. Y., Hong K. J., Kajiuchi T. & Yang J.W. (2004). Determination of the efficiency and removal mechanism of cobalt by crab shell particles, *Journal of Chemical technology and biotechnology*, 79,1388-1394.
- Ministerio del ambiente. (15 de octubre del 2005). Ley N° 28611 (2005). Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>
- Liang, S., Guo, X. & Tian, Q. (2011). Adsorption of Pb²⁺ and Zn²⁺ from aqueous solutions by sulfured orange peel. *Desalination*, 275, 212-216.
- Malamis, S. & Katsou, E. (2013). A review on zinc and nickel adsorption on natural and modified zeolite, bentonite and vermiculite: examination of process parameters, kinetics and isotherms, *Journal of hazardous materials*. 252, 428–461.
- Maldonado, Y., Salazar, M., Millones, E., Torres, E., & Vásquez R. (2010), Extracción de pectina mediante el método de hidrólisis ácida en frutos de maushan (*Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo) provenientes del distrito de San Miguel de Soloco, región Amazonas. *Aporte Santiaguino*, 3, 177-184.
- Malkoc, E., & Nuhoglu, Y. (2006). Removal of Ni(II) ions from aqueous solutions using waste of te factory: Adsorption on a fixed-bed column. *Journal of hazardous materials*, 135, 328-336.
- Minear, R.A., Ball R.O. & Church, R.L. (1981). Data base for influent heavy metals in publicly owned treatment works.

- Ministerio del Ambiente. (7 de junio del 2017). Estandares de calidad Ambiental (D.S.N° 004- 2017). Recuperado de <http://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>
- Mishra, V., Balomajumder, C., & Agarwal, V. (2010). Biosorption of Zn (II) onto the Surface of Non-living Biomasses: A Comparative Study of Adsorbent Particle Size and Removal Capacity of Three Different Biomasses. *Water, Air, & Soil Pollution*, 211, 489-500.
- NAS. (1977). *Drinking water and health--inorganic solutes*. Washington (DC), USA: National Academy of Sciences.
- Nasruddin, A. (2002). *Biosorption of ions zinc from it aqueous solution using tempe* (Tesis de posgrado). Universidad de Malasia, Malasia.
- Negi, A.S., & Anand, S.C. (2004). *A Textbook of Physical Chemistry*. India: New Age Intenational.
- Ngabura, M., Hussain, S., Ghani, W., Jami, M. & Tan, Y. (2018). Utilization of renewable durian peels for biosorption of zinc from wastewater. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 6, 2528-2539.
- Njoku, V. (2014). Biosorption potential of cocoa pod husk for the removal of Zn (II) from aqueous phase. *Journal Of Environmental Chemical Engineering*, 2, 881-887.
- Nriagu, J.O., & Pacyna, J.M. (1988). Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by trace metals. *Nature* 333,134-139.
- Okeola, F.O., & Odebunmi, E.O. (2010) Freundlich and Langmuir Isotherms Parameters for Adsorption of Methylene Blue by Activated Carbon Derived from Agrowastes. *Advances in Natural and Applied Sciences*, 4, 281-288.
- Paduraru, C., Tofan, L., Teodosiu, C., Bunia, I., Tudorachi, N., & Toma, O. (2015). Biosorption of zinc (II) on rapeseed waste: Equilibrium studies and thermogravimetric investigations. *Process Safety And Environmental Protection*, 94, 18-28.
- Paredes, D. A. (2011). *Estudio de la adsorción de compuestos aromático mediante carbón activado preparado a partir de la cáscara de castaña* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Catolica del Perú, Lima.
- Peña Fernández, A. (2011). *Presencia y distribución medioambiental de metales pesados y metaloides en Alcalá de Henares, Madrid. Evaluación del riesgo para la población biomonitorización de la población escolar* (Tesis de doctorado). Universidad de Alcalá, España.
- Puranik, P.R. & Paknikar, K.M. (1997). Biosorption of lead and zinc from solutions using *Streptovorticillium cinnamoneum* waste biomass, *Journal of Biotechnology*, 55,113–124.
- Plan Nacional de Acción Ambiental (2011). Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-014-2011-minam/>
- Ríos, E. (2014). *Cinética de bioadsorción de arsénico utilizando cáscara de banana maduro en polvo* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Machala, Ecuador.

- Rivera, B., Miranda, D., Ávila, L.A. y Nieto, A.M. (2002). *Manejo integral del cultivo de la granadilla (Passiflora ligularis Juss.)*, Colombia: Editorial Litoas. Manizales.
- Rocha, C., Zaia, D., Alfaya, R., & Alfaya, A. (2009). Use of rice straw as biosorbent for removal of Cu(II), Zn(II), Cd(II) and Hg(II) ions in industrial effluents. *Journal Of Hazardous Materials*, 166, 383-388.
- Roney, N. (2005). *Toxicological profile for zinc*. Department of Health & Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia.
- Saavedra, L. (2015). *Uso integral del maracuyá (passiflora edulis flavicarpa) en la extracción de pectina y formulación de mermeladas* (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Ecuador.
- Sanchis, M. I. (2010). *Eliminación de metales pesados en aguas mediante bioadsorción. Evaluación de materiales y modelación del proceso* (Tesis de Doctorado). Universidad de Valencia. España.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico. Mc GRAW – HILL.
- Sandoval, G., Santacruz, R., & Vera, A. (1985). La granadilla {Passiflora Ligularis .Juss}. Frutas Tropicales- *Boletín Informativo*, 6,49-75.
- Sellaoui, L., Depci, T., Kul, A.R., Knani, S. & Lamine, A.B., (2016) A new statistical physics model to interpret the binary adsorption isotherms of lead and zinc on activated carbon. *Journal of Molecular Liquids*, 214, 220–230.
- Treybal, R. (1986). Operaciones de Transferencia de masa, México, *Mc Graw Hill*, 2 ediciones
- Troya, M., & Pérez, M. (2017). Propuestas para la utilización experimental del óxido e hidróxido de zinc en las enseñanzas medias. *Química Práctica Para Secundaria Y Bachillerato, Bórax N° 2*, 2529 - 9581.
- Varsha Thomas, Murali Mohan Yallapu, B. Sreedhar and S. K. Bajpai.(2009). Fabrication, Characterization of Chitosan/Nanosilver Film and Its Potential Antibacterial Application. *Journal of Biomaterials Science*, 20, 2129–2144.
- Villamizar, F., (1992). *La granadilla, su caracterización física y comportamiento poscosecha, ingeniería e Investigación*, Universidad Nacional Bogotá, 813,14-23.
- Volesky, (2003). Sorption of cadmium and lead from aqueous by spent grain. *Process Biochemistry*, 36, 59-64.
- Zinsa (2016). *Minería*. Recuperado de <https://www.zinsa.net/es/aplicaciones/mineria>